

1.1.1 (SUPERB)

Nicolas Arnaud (LAL)

SuperB est un projet ambitieux d'usine à saveur de nouvelle génération dont la prise de données devrait débuter dans la deuxième moitié de la décennie. Cette expérience fait partie des projets sélectionnés par le gouvernement italien pour son plan de relance de l'économie, ce qui lui garantit un financement pluriannuel qui s'est déjà traduit par des enveloppes de 19 millions d'euros en 2010 et 50 millions en 2011. L'Italie, le pays porteur du projet, l'a officiellement approuvé en décembre 2010 ; les principaux autres pays participants – France, Etats-Unis, Royaume-Uni, Canada et Russie – sont en contact avec leurs tutelles respectives pour présenter leurs demandes de participation et obtenir les financements correspondants.

Le site de SuperB a été choisi cet été : le campus de l'Université Tor Vergata (« Rome 2 ») situé au sud de Rome à quelques kilomètres des Laboratoires Nationaux de Frascati (LNF) de l'INFN. Le consortium « Nicola Cabibbo » aura pour but de bâtir le collisionneur et d'héberger le détecteur ainsi que des lignes de lumière. Il a été approuvé en juillet par l'INFN et l'Université Rome 2. L'approbation par le ministère de la recherche est attendue très prochainement : elle marquera le lancement concret de la construction du projet. L'accélérateur sera financé par le plan de relance italien ; les instituts participants prendront la responsabilité d'éléments de la machine et n'auront à engager que des dépenses d'infrastructures et de personnel. Pour le détecteur, on s'oriente vers un financement provenant pour moitié de l'INFN et pour moitié des autres pays impliqués.

La conception novatrice de la zone d'interaction de SuperB, testée avec succès sur DAΦNE en 2008-2009, permettra au collisionneur d'atteindre une luminosité instantanée de $10^{36} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ et d'accumuler 75 ab^{-1} de données en cinq ans de fonctionnement nominal. Cette quantité de données colossale, des dizaines de fois supérieure à celles enregistrées par les usines à B de première génération BaBar & Belle, permettra de réaliser des tests de précision du Modèle Standard et de rechercher des signes de Nouvelle Physique. Si celle-ci devait être découverte au LHC, SuperB explorerait alors sa structure en saveur. Dans le cas contraire, SuperB aurait accès de manière indirecte à des échelles de masse plus élevées qu'au LHC. Deux autres éléments font de SuperB un collisionneur unique : la polarisation de son faisceau d'électrons (~80%) permettra d'étudier la violation de saveur leptonique – en particulier dans le secteur des leptons tau – et de mesurer $\sin^2(\theta_W)$ à l'énergie de la résonance $\Upsilon(4S)$ avec une précision comparable à celle obtenue par LEP/SLC au pôle du Z. De plus, SuperB prendra des données sur une large gamme d'énergie, du seuil du charme $\psi(3770)$ – mesures de précision du mélange dans le système des mésons charmés et recherche de violation de CP – à la résonance $\Upsilon(5S)$. Tous ces points sont décrits en détails dans les principales publications de SuperB : le [CDR](#) (2007), les trois « Progress Reports » ([Accélérateur](#), [Détecteur](#), [Physique](#) – 2010) ainsi qu'un document (2011) comparant les principales expériences étudiant la physique de la saveur : SuperB, LHCb & LHCb-upgrade, Belle-2, etc. Les TDRs « Accélérateur » et « Détecteur » de SuperB seront publiés courant 2012, suivis un an plus tard par le TDR « Computing » puis par le « Physics Book ».

Le traitement des données de SuperB est organisée d'une manière similaire à BaBar. Les données brutes provenant du détecteur sont stockées de manière permanente (deux copies au minimum) et reconstruites en deux étapes : une calibration rapide qui utilise une partie des événements pour calculer les constantes de calibration, suivie d'une reconstruction complète événement par événement. Ces données reconstruites sont également stockées de manière permanente et leur qualité est contrôlée à chaque étape du processus. Une quantité comparable d'événements simulés est produite en parallèle et reconstruite exactement de la même manière que les données. Ces données sont préfiltrées pour produire de nombreux « skims » dédiés qui sont utilisés par les analyses de physique – les skims permettent un gain de temps au niveau de l'analyse mais demandent plus d'espace disque. Lorsque les progrès logiciels le demandent, les données brutes sont à nouveau reconstruites. Dans BaBar les programmes sont exécutés via des systèmes traditionnels de « batch » à

SLAC ou dans les centres Tier-1 comme le CC-IN2P3, CNAF ou Gridka. Le modèle informatique de SuperB prévoit que toutes ces tâches seront effectuées via la grille de calcul. Ainsi, pour préparer l'étape « TDR », un modèle de calcul distribué basé sur l'architecture LCG a été développé. CNAF y joue le rôle de site central et 19 sites y participent par l'organisation virtuelle superbvo.org. Ce système est basé sur les standards grille suivants : WMS, VOMS, LFC, StoRM et Ganga. Pour SuperB la réflexion n'en est qu'au début mais on se dirige vers un système décentralisé dans lequel une dizaine de sites de taille moyenne assurerait l'essentiel des tâches informatiques. Le système sera flexible pour permettre à une même tâche (par exemple la reconstruction des données brutes) de se dérouler indifféremment dans tel ou tel centre.

Les développements les plus récents des activités de R&D ont été présentés dans un [atelier](#) à Ferrare en juillet dernier. En particulier, les ressources informatiques nécessaires pour le détecteur ont été estimées. Elles sont encore préliminaires car elles dépendent d'hypothèses qui doivent être affinées et de la progression de l'industrie informatique au cours des prochaines années. Néanmoins elles donnent un bon ordre de grandeur des besoins de SuperB. Les hypothèses de travail principales (rapportées à BaBar) sont les suivantes.

- Augmentation de la taille des données brutes (reconstruites) d'un facteur 3 (2).
- Triplement de la puissance CPU par unité de luminosité à tous les niveaux (reconstruction, production des « skims », analyse, production Monte-Carlo).
- Les skims occuperont cinq fois plus d'espace de stockage que les données reconstruites ; les données brutes seront conservées en deux exemplaires.
- Doublement des performances informatiques tous les deux ans.
- Quatre années de durée de vie du matériel.
- Achat du matériel l'année N-1 pour utilisation à partir de l'année N.
- Une année de commissioning, deux ans de montée en puissance de la luminosité, suivis de cinq ans de fonctionnement nominal ($15 \text{ ab}^{-1} / \text{an}$).

Pour prolonger l'excellente contribution du CC-IN2P3 à BaBar (tant en terme de fiabilité que de performances), SuperB souhaiterait que le CC-IN2P3 soit dépositaire de l'une des deux copies de ses données brutes et contribue de façon importante au stockage et au calcul. Les nombres présentés dans la table ci-dessous supposent une part du CC-IN2P3 égale à 10% de l'effort total de SuperB et varient linéairement en fonction de cette quantité – à l'exception évidemment des lignes correspondant aux données brutes.

En plus de l'expérience acquise sur BaBar, le computing de SuperB bénéficiera d'avancées effectuées par les expériences LHC. Enfin, de nombreuses activités de R&D sont en cours ou vont démarrer. Elles portent en particulier sur les approches logicielles basées sur le parallélisme – puisque c'est maintenant le nombre de coeurs par CPU qui suit une loi de Moore alors que la vitesse d'horloge se stabilise – et sur les moyens d'éviter un engorgement au niveau des entrées-sorties : si la capacité des disques continue à augmenter, leur vitesse ne varie pas en proportion.

	Année 1 (commissioning)	Année 2 (montée 1/2)	Année 3 (montée 2/2)	Année 4 (nominale 1/5)	Année 5 (nominale 2/5)	Année 6 (nominale 3/5)	Année 7 (nominale 4/5)	Année 8 (nominale 5/5)
Données brutes intégrées (PB)	0	10	40	80	120	160	200	240
Coût annuel (k€)	160	220	320	160	160	80	80	
Stockage sur bande intégré (PB, sans les données brutes)	0	1	4	8	13	28	23	28
Coût annuel (k€)	10	10	20	10	10	10	10	
Stockage disque (PB)	0	2	6	10	14	15	18	21
Coût annuel (k€)	140	220	140	130	110	90	60	
CPU (kHEPspec)	0	90	350	720	1100	1500	1900	2300
Coût annuel (k€)	160	330	330	290	280	230	160	
Total sans les données brutes (k€)	310	560	490	430	400	330	230	
Grand total (k€)	470	780	810	590	560	410	310	

Tableau résumant une première estimation de la participation du CC-IN2P3 à l'expérience SuperB. Dans ce modèle, le CC-IN2P3 recevrait une copie des données brutes et contribuerait pour 10% à l'effort computing de SuperB (stockage et CPU).